

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-46980

(43) 公開日 平成8年(1996)2月16日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 4 N 9/07

A 6 1 B 1/04

識別記号

A

3 6 0 A

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-194845

(22) 出願日 平成6年(1994)7月26日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 藤田 寛

栃木県大田原市下石上1385番の1 株式会社東芝那須工場内

(74) 代理人 弁理士 波多野 久 (外1名)

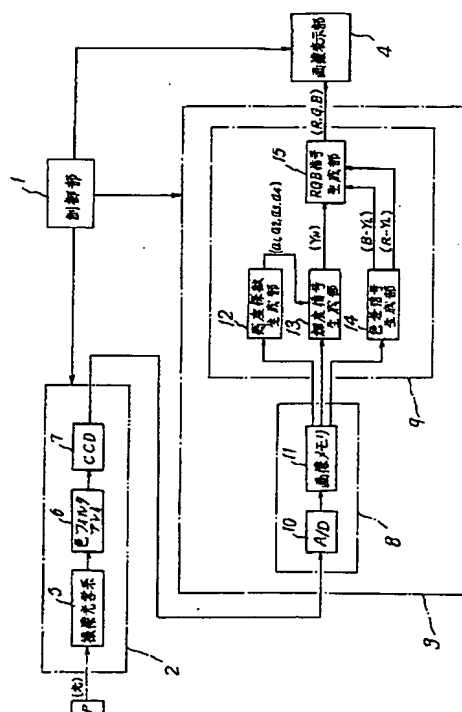
(54) 【発明の名称】 単板式カラーカメラ

(57) 【要約】

【目的】 CCDの受光面上に配置した複数の色フィルタに起因する輝度情報の感度差を解消し、被写体の構造をよりリアルに再現可能な単板式カラーカメラを提供する。

【構成】 単板式カラーカメラは、制御部1、撮像部2、画像処理部3及び画像表示部4を備える。撮像部2の色フィルタアレイ6は、緑、マゼンタ、シアン及び黄の各色フィルタをCCD7の各撮像素子上にモザイク状に配置する。画像処理部3の信号生成部9は、画像メモリ部8からの出力値に基づいて、4つの色フィルタに対応する4つの撮像素子群の夫々の感度補正係数 $a_1 \dots a_4$ を演算する感度係数生成部12と、その感度補正係数に基づいて感度補正された輝度信号 Y_H を生成する輝度信号生成部13と、色差信号 $(B-Y_L)$ 、 $(R-Y_L)$ を生成する色差信号生成部14と、RGB信号生成部15とを備える。

10



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 多数の画素に相当する撮像素子を有する固体撮像アレイと、この固体撮像アレイの受光面側に配置され、かつ、複数の色フィルタをモザイク状に配列して成る色フィルタアレイとを備え、上記固体撮像アレイを駆動して、被写体の少なくとも構造に関する輝度情報を含むカラー映像を取得可能な単板式カラーカメラにおいて、上記多数の撮像素子の夫々を上記複数の色フィルタに対応させて区分した複数の撮像素子群の夫々からの出力値に基づいて、上記輝度情報に相当する感度特性を演算する演算手段と、この演算手段により演算された上記感度特性に基づいて、上記輝度情報をリアルタイムに補正する補正手段とを備えたことを特徴とする単板式カラーカメラ。

【請求項2】 前記感度特性は、少なくとも光源の分光特性、前記被写体の分光反射特性又は分光透過特性、前記色フィルタの分光透過特性及び前記撮像素子の分光透過特性の4つの光学的特性に基づいて決定された感度係数である請求項1記載の単板式カラーカメラ。

【請求項3】 前記演算手段は、前記複数の撮像素子群の夫々の前記出力値の総和を演算する手段であり、前記補正手段は、上記演算手段により演算された上記総和に基づいて、上記出力値の前記感度係数を補正する手段である請求項2記載の単板式カラーカメラ。

【請求項4】 前記固体撮像アレイは、サンプリング定理を満足する空間周波数領域の光を入射可能に配置された請求項1記載の単板式カラーカメラ。

【請求項5】 前記複数の色フィルタは、緑、マゼンタ、シアン及び黄から成る請求項1記載の単板式カラーカメラ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、業務用又は家庭用のカラーカメラ、及び、医療用又は工業用の内視鏡装置等に採用される単板式カラーカメラに係り、特にCCD（固体撮像アレイ）の受光面上に色フィルタアレイを配置した撮像素と、その撮像素で得られるカラー映像信号の内の輝度信号を補正する画像処理とに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、電子内視鏡等に搭載される単板式カラーカメラの撮像方法の1つとして、いわゆる「同時方式」が知られている。この同時方式は、受光面上に薄膜の色フィルタアレイを配置したCCDを駆動して、被写体のカラー画像をリアルタイムに取り込むものである。

【0003】上記色フィルタアレイには、図16に示すように、緑G、マゼンタMg（赤+青）、シアンCy（青+緑）及び黄Ye（赤+緑）の4つの色フィルタを所定方式でモザイク状に配列したものが知られている。この4つの色フィルタの夫々は、CCDの多数の撮像素

2

子の夫々に個別に割当てられており、その撮像素子の夫々の受光面に、各色に相当する所定波長成分の透過光を入射する。

【0004】この入射光はCCDの各撮像素子で電気信号に変換され、その電気信号がCCDの各撮像素子の配列間隔に基づいて設定されたサンプリング周期毎に二次元空間的にデジタル量としてサンプリングされ、そのデジタル量としての出力値が画像メモリの所定アドレスに一時格納される。

10 【0005】ここで、上記サンプリングの感度係数は、被写体の構造を反映した輝度情報を担う感度特性であって、光源の分光特性、被写体の分光反射（透過）特性、色フィルタの分光透過特性及び撮像素子の分光透過特性の4つの光学的物理量の乗算値に比例した値となっている。例えば、同じ強度の光が各色フィルタに入射した場合、輝度情報の元になる出力値は各色フィルタに対応した各撮像素子群の夫々の感度係数に比例した値となる。

20 【0006】画像メモリからの出力値は、所定の輝度信号（ Y_H ）及び色差信号（ $B-Y_L$ ）、（ $R-Y_L$ ）に変換され、その輝度信号及び色差信号が所定のR、G、B信号に変換され、モニタの画面上にカラー映像として表示される。

【0007】ここで、輝度信号 Y_H には、CCDの垂直方向に配列した2つの撮像素子の出力値の加算値が使用され、色差信号（ $B-Y_L$ ）、（ $R-Y_L$ ）用の輝度信号 Y_L には、水平及び垂直方向の夫々の2つの撮像素子の計4つの撮像素子（図16中、略記号G、Mg、Cy及びYeに相当する）の出力値の加算値が使用される。

【0008】

30 【発明が解決しようとする課題】従来の同時方式を用いた単板式カラーカメラは、モザイク状に配列された各色フィルタ間に感度差があるため、CCDからの出力値にも各色フィルタ間の感度差を反映した感度特性、即ち感度係数の違いが生じていた。

【0009】この感度係数の違いが生じる現象は、図17に示すように、例えば所定ピッチd毎に行う一次元のサンプリングで模式的に考えると、サンプリング順の偶数番目及び奇数番目の夫々で感度係数の違いがあった場合に相当する（図17中、偶数番目及び奇数番目の感度比を1:k（ $0 < k < 1$ ）とする）。この場合、仮に入射位置に関係なく強度一定の光がCCDに入射されたとき、CCDから出力された信号には、図18に示す如く、感度差による偽似波形成分が含まれ、この偽似波形成分がそのまま輝度情報に反映されることになる。

【0010】従って、二次元空間の水平及び垂直方向のサンプリングでは、色フィルタに起因する感度差をそのまま反映した偽似波形成分が空間的に発生するため、空間周波数の応答性が劣化し、この劣化状態がそのまま輝度信号 Y_H にも反映され、入力光の強度分布（被写体の構造を反映する空間周波数分布）がカラー画像上に正確

50

3

に再現されないといった問題があった。

【0011】本発明は、上述の従来技術の問題を考慮してなされたものであり、CCDの受光面上に配置した複数の色フィルタに起因する輝度情報の感度差を解消し、被写体の構造をよりリアルに再現可能な単板式カラーカメラを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1記載の発明に係る単板式カラーカメラは、多数の画素に相当する撮像素子を有する固体撮像アレイと、上記多数の撮像素子の受光面側に配置され、かつ、複数の色フィルタをモザイク状に配列して成る色フィルタアレイとを備え、上記固体撮像アレイを駆動して、被写体の少なくとも構造に関する輝度情報を含むカラー映像を取得可能な構成とし、上記多数の撮像素子の夫々を上記複数の色フィルタに対応させて区分した複数の撮像素子群の夫々からの出力値に基づいて、上記輝度情報に相当する感度特性を演算する演算手段と、この演算手段により演算された上記感度特性に基づいて、上記輝度情報をリアルタイムに補正する補正手段とを備えている。

【0013】また請求項2記載の発明では、前記感度特性は、少なくとも光源の分光特性、前記被写体の分光反射特性又は分光透過特性、前記色フィルタの分光透過特性及び前記撮像素子の分光透過特性の4つの光学的特性に基づいて決定された感度係数である。

【0014】また請求項3記載の発明では、前記演算手段は、前記複数の撮像素子群の夫々の前記出力値の総和を演算する手段であり、前記補正手段は、上記演算手段により演算された上記総和に基づいて、上記出力値の前記感度係数を補正する手段である。

【0015】また請求項4記載の発明では、前記固体撮像アレイは、サンプリング定理を満足する空間周波数領域の光を入射可能に配置されている。

【0016】また請求項5記載の発明では、前記複数の色フィルタは、緑、マゼンタ、シアン及び黄から成っている。

【0017】

【作用】本発明に係る単板式カラーカメラにあっては、演算手段により、固体撮像アレイの多数の撮像素子の夫々を複数の色フィルタに対応させて区分した複数の撮像素子群の夫々からの出力値に基づいて、輝度情報に相当する感度特性が演算され、その演算された感度特性に基づいて、補正手段で輝度情報がリアルタイムに補正される。

【0018】

【実施例】以下、本発明の一実施例を図1～図15に基づき説明する図1に示す単板式カラーカメラは、全体動作を総括する制御部1と、この制御部1からの制御信号に基づいて動作する撮像部2、画像処理部3及び画像表示部4とを備えている。

4

【0019】制御部1は、例えばマイクロコンピュータを搭載して構成され、このマイクロコンピュータの処理により、各部の動作を指令するための制御信号を生成し、その制御信号を各部に出力するようになっている。

【0020】撮像部2は、被写体Pからの光の入射窓としての撮像光学系5と、この撮像光学系5からの光の内の所定波長成分のみを透過する薄膜の色フィルタアレイ6と、この色フィルタアレイ6からの透過光を光電変換するCCD7とを備えている。

【0021】撮像光学系5は、レンズ系、光学的空間周波数カットフィルタ等の光学系5aを有し、これらの光学系5aにより、図2に示すように、光源OPから被写体Pを介して入射される光を、色フィルタアレイ6を配置したCCD7の受光面上に結像させると共に、CCD7の撮像素子間隔に基づいて設定されたサンプリングを行うにあたって、サンプリング定理を満たすように、被写体Pからの光の内の所定周波数成分を無視できる程度に制限又は除去するようになっている。

【0022】色フィルタアレイ6は、CCD7の多数の撮像素子の夫々に割り当てられた緑G、マゼンタMg、シアンCy及び黄Yeの4種類の色フィルタを有し、その色フィルタが所定方式でモザイク状に配列した構成となっている（図16参照）。

【0023】CCD7は、その受光面側に水平及び垂直の両方向に沿って二次元状に配列され、かつ、光を電気信号に変換可能な多数の撮像素子（受光部）を有している。各撮像素子で変換された信号電荷は、電圧信号に変換され、時系列信号として画像処理部3に出力されるようになっている。

【0024】画像処理部3は、画像メモリ部8及び信号生成部9を備える。

【0025】画像メモリ部8は、撮像部4からの時系列信号をデジタル量としてサンプリングすると共に、そのデジタル量を所定ビット数に変換するA/D変換器10と、そのA/D変換器10からのデジタル量をカラー映像信号生成用の出力値として所定アドレスに一時的に格納する画像メモリ11とを備えている。画像メモリ11に格納された出力値は、制御部1からの制御信号に応じて、信号生成部9に出力されるようになっている。

【0026】信号生成部9は、機能上、本発明の演算手段を成す感度係数生成部12と、本発明の補正手段を成す輝度信号生成部13と、従来と同等の色差線順次方式及びホワイトバランス方式に基づいて、色の再現（カラー化）を行う色差信号生成部14及びRGB信号生成部15とを備え、これらの各部が制御部1からの制御信号に基づいて処理を行うようになっている。

【0027】感度係数生成部12は、画像メモリ部8からの出力値に基づいて、後述する感度補正係数 $a_1 \cdots a_4$ を演算し、その演算した感度補正係数 $a_1 \cdots a_4$ を輝度信号生成部13に出力する。

50

5

【0028】輝度信号生成部13は、各色フィルタを基準にして、感度係数生成部12からの感度補正係数 $a_1 \dots a_4$ の夫々と画像メモリ部8からの出力値とを乗算し、その各乗算値を感度補正された新たな出力値とし、その新たな出力値に基づいて、明暗を示す輝度信号 Y_H を生成し、その輝度信号 Y_H をRGB信号生成部15に出力する。

【0029】色差信号生成部14は、従来の色差線順次方式による色差信号生成法及びホワイトバランス方式と同等の処理を行うものであり、主に画像メモリ部8からの出力値等に基づいて、色差信号 $(B - Y_L)$ 、 $(R - Y_L)$ を生成し、その色差信号をRGB信号生成部15に出力するようになっている。また、ホワイトバランス時には、所定の補正係数を生成し、その補正係数を用いて色差信号 $(B - Y_L)$ 、 $(R - Y_L)$ を補正し、その補正された新たな色差信号をRGB信号生成部15に出力する。

【0030】RGB信号生成部15は、RGB生成マトリックス回路を内蔵し、この回路により輝度信号 Y_H 及び色差信号 $(B - Y_L)$ 、 $(R - Y_L)$ に相当するR、G、B信号を生成し、そのR、G、B信号を画像表示部4に出力するようになっている。

【0031】画像表示部4は、RGB信号生成部15からのR、G、B信号を通常TV方式のカラー画像信号に変換して画面上に表示する。

【0032】ここで、本発明に係る単板式カラーカメラの感度補正処理（演算手段及び補正手段）の原理を説明する。

【0033】図3～図8は、緑G、マゼンタMg、シアンCy及び黄Yeの4種類の色フィルタ（図16参照）に対応させて区分された4つの撮像素子群 G_1 、 M_1 、 C_1 及び Y_1 （図9～図12参照）間の感度差の要因を二次元空間のフーリエ変換法による解析結果を使って説明するものである。CCD7の各撮像素子から出力された信号のサンプリングは、CCD7の撮像素子間の配列間隔（水平間隔 P_x 及び垂直間隔 P_y ）に基づいて行うものとし、そのサンプリングの感度係数は、4つの撮像素子群 G_1 、 M_1 、 C_1 及び Y_1 の順に K_1 、 K_2 、 K_3 及び K_4 と仮定している。この感度係数 $K_1 \dots K_4$ の夫々は、各色フィルタを単独でCCD7の受光面上に配置したと仮定したときに、出力信号の内の輝度信号に対応する（0、0）空間周波数成分に相当するものである。

【0034】図3～図8は、サンプリングした出力信号の空間周波数スペクトルを二次元周波数面（ (u, v) 面）上にプロットしたものであり、その (u, v) 面の水平（ u ）軸及び垂直（ v ）軸には、水平間隔 P_x 及び垂直間隔 P_y に相当するサンプリングピッチを角周波数に規格化した値（ $u \times 2\pi/P_x$ ）及び（ $v \times 2\pi/P_y$ ）を採用している。同図中、黒点は空間周波数ス

6

ベクトルの位置を示し、黒点を中点とする点線で囲まれた領域は空間周波数スペクトルを中心とするナイキスト周波数領域を示している。

【0035】上記解析によると、CCD7から出力された信号の空間周波数スペクトルは、図3に示す入力光の空間周波数分布（被写体の構造を反映する輝度情報）を反映する白黒CCD等と同等のパターンと、図4～図8の夫々に示す同分布を反映しない複数の偽空間周波数特性を示すパターンとに区分される。後者は、4つの撮像素子群 $G_1 \dots Y_1$ の夫々の感度係数 $K_1 \dots K_4$ の違いに起因して生じている。

【0036】上記パターンに相当する感度係数は、図3に示す空間周波数特性のものは $(K_1 + K_2 + K_3 + K_4)$ であり、図4～図8に示す偽空間周波数特性のものは順に $(K_1 + K_2 - K_3 - K_4)$ 、 $(K_1 - K_2)$ 、 $(K_2 - K_1)$ 、 $(K_3 - K_4)$ 及び $(K_4 - K_3)$ である。従って、偽空間周波数成分をカットするためには、 $K_1 = K_2 = K_3 = K_4$ の条件を満足するように補正すればよい。これにより、感度係数 $(K_1 + K_2 + K_3 + K_4)$ に相当する空間周波数成分のみが抽出されることになる。

【0037】次に、このように感度係数 $K_1 = K_2 = K_3 = K_4$ の条件を満足すべき補正法を説明する。

【0038】まず、CCDの撮像素子間隔に相当する時間を周期とするサンプリングを行うにあたって、サンプリング定理を満たすように、被写体からの入力光の空間周波数成分の内の所定周波数成分（水平方向： $2\pi/P_x$ 以上、垂直方向： $2\pi/P_y$ 以上）を、光学レンズ又は光学的空間周波数カットフィルタ等で除去又は無視できる程度に制限する。これにより、サンプリング定理を満たした入力光のみがCCD7を介して電気信号に変換され、画像メモリ部8でサンプリング及びA/D変換され、撮像素子毎の出力値として格納されるようになる。

【0039】次いで、このようにサンプリング定理を満足した出力値を用いて、4つの撮像素子群 $G_1 \dots Y_1$ の夫々の感度係数 $k_1 \dots k_4$ を推定する。この推定を行うには、4つの撮像素子群 $G_1 \dots Y_1$ の夫々の出力値の総和 $S_1 \dots S_4$ を演算すればよい。この総和 $S_1 \dots S_4$ の夫々は、例えば各色フィルタを単独でCCDの受光面上に配置したと仮定したときにCCDから得られる（0、0）空間周波数成分にほぼ相当しているので、感度係数 $K_1 \dots K_4$ の夫々の近似値となる。

【0040】次いで、このように感度係数 $K_1 \dots K_4$ として近似された総和 $S_1 \dots S_4$ に基づいて、出力値を $K_1 = K_2 = K_3 = K_4$ を満たすように補正する。この補正を行うには、出力値を総和 $S_1 \dots S_4$ の夫々で除算すればよい。これにより、各撮像素子からの出力値の夫々が $K_1 = K_2 = K_3 = K_4$ の条件をほぼ満たすように補正され、上記5つの偽空間周波数成分が殆ど除去される。

50

7

【0041】ここで、実施例に戻り、感度係数生成部12の処理を図13に基づき説明する。

【0042】感度係数生成部12は、ステップS1にて画像メモリ11からの撮像素子群 $G_1 \cdots Y_1$ に対応する各撮像素子の出力値を入力すると、ステップS2で4つの撮像素子群 $G_1 \cdots Y_1$ の夫々の出力値の総和を演算する。この演算された総和 $S_1 \cdots S_4$ の夫々は、前述の如く、感度係数 $K_1 \cdots K_4$ の近似値となる。

【0043】次いで、ステップS3にて総和 $S_1 \cdots S_4$ の夫々を撮像素子群 $G_1 \cdots Y_1$ の夫々の素子数 N で除算($S_1/N \cdots S_4/N$)することにより、撮像素子群 $G_1 \cdots Y_1$ の夫々の各素子単位の平均感度係数 $k_1 \cdots k_4$ を演算する。次いで、ステップS4で平均感度係数 $k_1 \cdots k_4$ の内の最大感度係数 $k (= \max(k_1, k_2, k_3, k_4))$ を抽出する。次いで、ステップS5にて最大感度係数 k を平均感度係数 $k_1 \cdots k_4$ で除算($k/k_1 \cdots k/k_4$)することにより、撮像素子群 $G_1 \cdots Y_1$ の夫々の各素子単位の感度補正係数 $a_1 \cdots a_4$ を演算する。次いで、ステップS6にて感度補正係数 $a_1 \cdots a_4$ を輝度信号生成部13に出力する。

【0044】ここで、輝度信号生成部13は、画像メモリ11からの撮像素子群 $G_1 \cdots Y_1$ に対応する各撮像素子の出力値に、感度係数生成部12からの感度補正係数 $a_1 \cdots a_4$ を乗算することにより、各出力値の感度係数の夫々を最大感度係数 k とするように補正する。この補正は、上述の原理において、感度係数 $K_1 = K_2 = K_3 = K_4$ の条件を満足するものであって、各出力値をほぼ等しい感度係数 k 、即ち感度特性とすることにより、色フィルタに起因する撮像素子群 $G_1 \cdots Y_1$ の夫々の感度係数 $K_1 \cdots K_4$ の違いを緩和するようになっている。

【0045】次に、本実施例の作用を説明する。

【0046】まず、本実施例の単板式カラーカメラが起動して、被写体 P であるCZP(Circular Zone Plate)チャート(図14)の平面が撮影されたとする。ここで、CZPチャートは、そのチャートの中心を原点とする XY 平面上の任意点 (x, y) (mm)がそのまま空間周波数成分 (x, y) (lp/mm)に応答するように構成されており、図14中の白色部及び黒色部が輝度成分の明部及び暗部に夫々相当するようになっている。

【0047】上記撮影に際し、CZPチャートの模様(構造)及び図示しない色(色相、彩度)の情報を担う光は、撮像部2の撮像光学系5でサンプリング定理を満たす所定空間周波数成分のみに制限され、色フィルタアレイ6の色フィルタの夫々の所定波長成分のみが透過される。この透過光はCCD7の受光面上に入射され、その入射光の光量に応じた電荷量に各撮像素子毎に変換され、時系列信号として画像処理部3に出力される。次いで、出力された時系列信号は、画像メモリ部8のA/D変換器10でデジタル信号としてサンプリングされ、画像メモリ11に一時格納され、信号生成部9に出力され

8

る。

【0048】次いで、画像メモリ11からの各撮像素子の出力値は、信号生成部9の感度係数生成部12で感度補正係数 $a_1 \cdots a_4$ が演算され、その演算された感度補正係数が輝度信号生成部13で出力値と乗算され、一定の感度特性を有する輝度信号 Y_H としてRGB信号生成部15に出力される。このRGB信号生成部15には、色差信号生成部14からの色差信号 $(B - Y_L)$ 、 $(R - Y_L)$ も入力される。次いで、輝度信号 Y_H 及び色差信号 $(B - Y_L)$ 、 $(R - Y_L)$ は、RGB信号生成部15でR、G、B信号に変換され、画像表示部15の画面にカラー画像(図14参照)として表示される。

【0049】上記カラー画像は、図14に示す原画の模様及び図示しない色の情報がほぼ正確に画面上で再現されている。つまり、上記実施例では、撮像素子毎の出力値を各色フィルタ毎に分離して感度差を推定し、その推定した感度差に応じて輝度信号を補正したので、従来の偽空間周波数成分 $P_n \cdots P_n$ (従来例の単板式カラーカメラでCZPチャートを撮像した場合、図15に示す如く表示される)が殆ど除去されるようになる。

【0050】従って、上記実施例では、色フィルタに起因する感度むらが大幅に低減され、被写体の微細な凹凸等の構造がより画面上でリアルに再現できる。また、このように輝度精度の大幅に向上したカラー画像を利用することにより、構造強調等の画像処理も視覚的により効果的なものとなる。

【0051】例えば、上記実施例の単板式カラーカメラを医療用内視鏡装置に搭載し、体腔内の詳細検査等を行う際には、微細な凹凸等の構造がモニタ上でよりリアルに再現されるので、診断精度も大幅に向上するようになる。

【0052】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る単板式カラーカメラは、固体撮像アレイの多数の撮像素子の夫々を複数の色フィルタに対応させて区分した複数の撮像素子群の夫々からの出力値に基づいて、輝度情報に相当する感度特性が演算され、その演算された感度特性に基づいて、輝度情報がリアルタイムに補正されるため、色フィルタの感度差に起因する空間周波数の応答性劣化を大幅に抑制でき、感度むらも殆ど解消されて、輝度情報に相当する被写体の微細な構造等をよりリアルに再現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例に係る内視鏡装置の全体構成を示す概略ブロック図。

【図2】撮像部の要部構成を示す概略斜視図。

【図3】二次元空間のフーリエ変換法の解析結果を説明するもので、感度係数 $(K_1 + K_2 + K_3 + K_4)$ の空間周波数特性を示す図。

【図4】感度係数 $(K_1 + K_2 - K_3 - K_4)$ の空間周

波数特性を示す図。

【図5】感度係数 ($K_1 - K_2$) の空間周波数特性を示す図。

【図6】感度係数 ($K_2 - K_1$) の空間周波数特性を示す図。

【図7】感度係数 ($K_3 - K_4$) の空間周波数特性を示す図。

【図8】感度係数 ($K_4 - K_3$) の空間周波数特性を示す図。

【図9】緑の色フィルタに対応する撮像素子群の概略の配置構成図。

【図10】マゼンタの色フィルタに対応する撮像素子群の概略の配置構成図。

【図11】シアンの色フィルタに対応する撮像素子群の概略の配置構成図。

【図12】黄の色フィルタに対応する撮像素子群の概略の配置構成図。

【図13】感度係数生成部の処理を示す概略のフローチャート。

【図14】本実施例の作用を説明するCZPチャートの概略図。

【図15】本実施例の作用を説明するCZPチャートの概略図。

【図16】色フィルタアレイの色フィルタの概略の配置構成図。

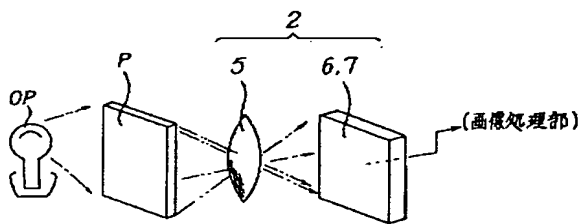
【図17】従来例の一次元のサンプリングを説明する図。

【図18】従来例の感度差による偽似波形を説明する図。

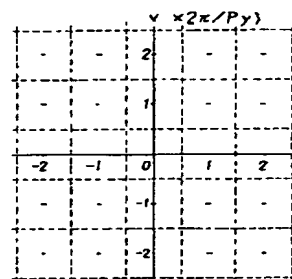
【符号の説明】

- 2 撮像部
- 3 画像処理部
- 8 画像メモリ部
- 9 信号生成部
- 12 感度係数生成部
- 13 輝度信号生成部
- 13 色差信号生成部

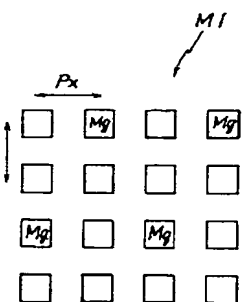
【図2】



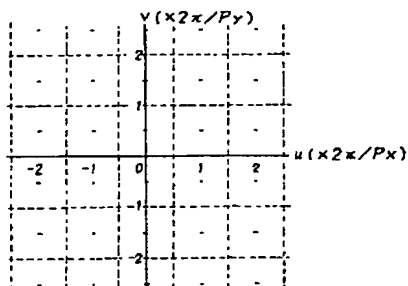
【図3】



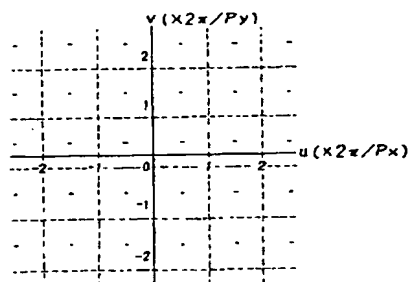
【図10】



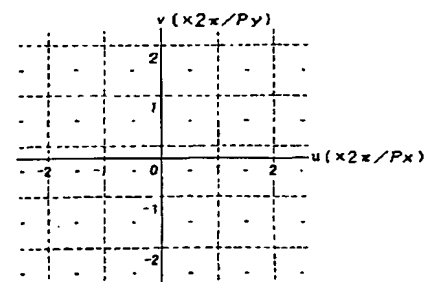
【図4】



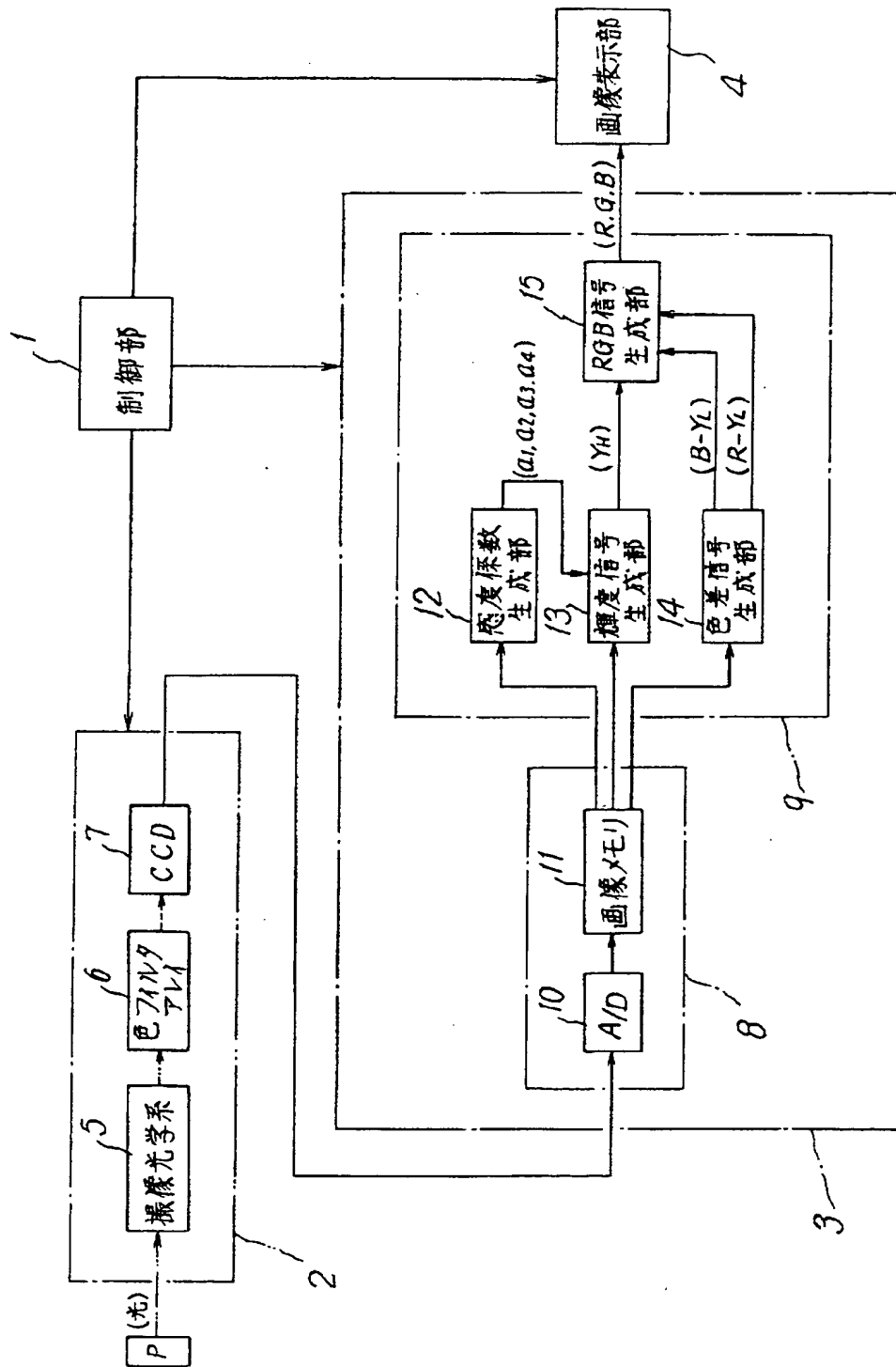
【図5】



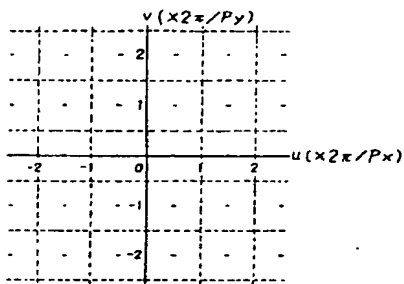
【図6】



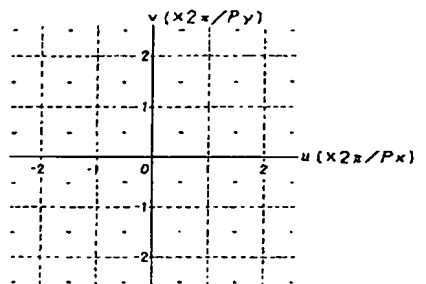
【図1】



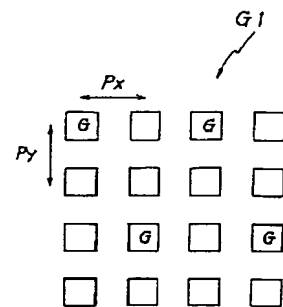
【図 7】



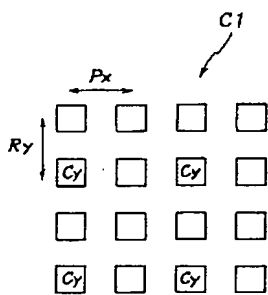
【図 8】



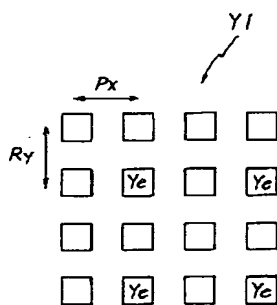
【図 9】



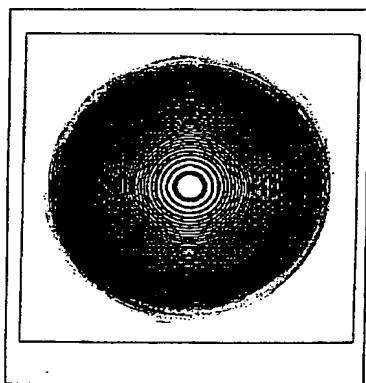
【図 11】



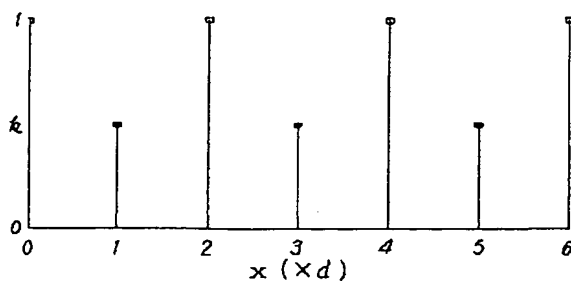
【図 12】



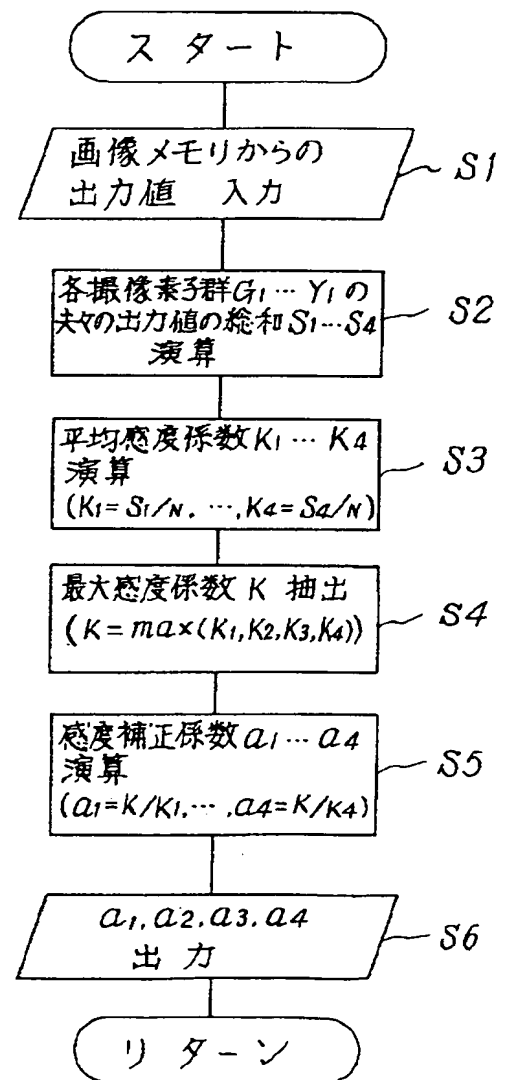
【図 14】



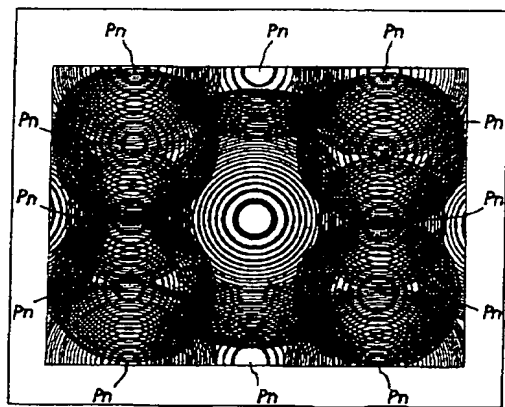
【図 17】



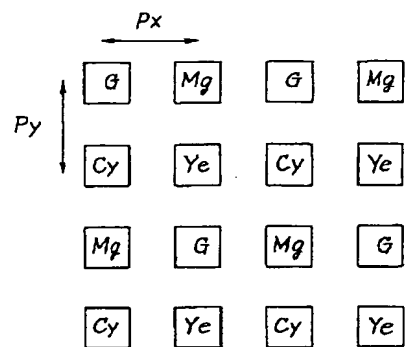
【図 13】



【図15】



【図16】



【図18】

